

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-191656

(43)Date of publication of application : 13.07.1999

(51)Int.Cl.

H01S 3/18
G02B 6/122
G02B 6/30
H01S 3/06
H01S 3/10

(21)Application number : 09-345118

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 15.12.1997

(72)Inventor : KITAMURA SHOTARO

(30)Priority

Priority number : 08347835
09289979

Priority date : 26.12.1996
22.10.1997

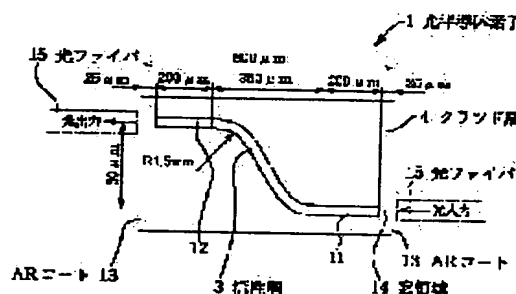
Priority country : JP
JP

(54) PHOTOSEMICONDUCTOR DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain satisfactory light-off ratio by forming at least one part of an optical waveguide into a curved shape in a photosemiconductor device that has the optical waveguide for outputting light which is inputted from one end to the other and functions as a photo amplifying medium, where light is amplified by at least one part of the optical waveguide.

SOLUTION: An activation layer 3 for forming an optical waveguide of a photosemiconductor device (SOA) 1 is formed in an S-shaped curved shape, linear light input and output parts 11 and 12 are provided in one piece at the both ends, and the light input and output parts 11 and 12 are offset in parallel and are formed in a tapered structure, where the thickness of the layer is gradually thinned toward an end part. Then, the size of a light spot on an end face is enlarged, thus obtaining a satisfactory optical coupling. Also, a pair of element end faces opposite each other is positioned in parallel, and an AR coat 13 is formed as non-reflecting covering by an SiON film, thus quenching signal light being inputted for preventing it from being outputted.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 15.12.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3148169

[Date of registration] 12.01.2001

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-191656

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月13日

(51) Int.Cl.*	識別記号	F I
H 0 1 S 3/18		H 0 1 S 3/18
G 0 2 B 6/122		G 0 2 B 6/30
6/30		H 0 1 S 3/06
H 0 1 S 3/06		3/10 Z
3/10		G 0 2 B 6/12 A
審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 8 頁) 最終頁に続く		

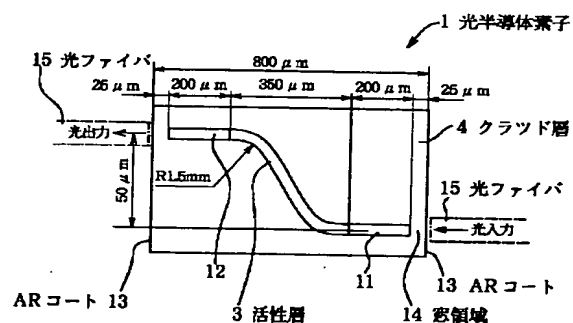
(21) 出願番号	特願平9-345118	(71) 出願人	000004237 日本電気株式会社 東京都港区芝五丁目7番1号
(22) 出願日	平成9年(1997)12月15日	(72) 発明者	北村 昌太郎 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平8-347835	(74) 代理人	弁理士 若林 忠 (外4名)
(32) 優先日	平8(1996)12月26日		
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		
(31) 優先権主張番号	特願平9-289979		
(32) 優先日	平9(1997)10月22日		
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

(54) 【発明の名称】 光半導体素子

(57) 【要約】

【課題】 光ゲートスイッチとして機能するSOAの光導波路の両端に、レンズ系を用いずに光ファイバを直接的に光接続したとき、入力側の光ファイバから光導波路の周囲に入射された非導波の迷光が、出力側の光ファイバに入らないようにする。

【解決手段】 光導波路3を湾曲した形状に形成し、光導波路3の両端に位置する一対の光ファイバ15が直接に対向しないようにした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 一端から入力される光線を他端から出力する光導波路を具備し、該光導波路の少なくとも一部が光線を増幅する光増幅媒体として機能する光半導体素子において、

該光導波路の少なくとも一部が湾曲した形状に形成されていることを特徴とする光半導体素子。

【請求項2】 前記光導波路の光入力部と光出力部との光軸方向が素子端面の法線方向から傾斜していることを特徴とする請求項1記載の光半導体素子。

【請求項3】 前記光導波路がS字状に形成されており、前記光入力部と前記光出力部とがオフセットしていることを特徴とする請求項1または2記載の光半導体素子。

【請求項4】 前記光導波路の光入力部と光出力部とのオフセットの距離が20 μ m以上であることを特徴とする請求項3記載の光半導体素子。

【請求項5】 前記光導波路の光入力部の中心軸の延長線と光出力部との間隙に遮光部が設けられていることを特徴とする請求項3記載の光半導体素子。

【請求項6】 前記光導波路の光出力部の中心軸の延長線と光入力部との間隙に遮光部が設けられていることを特徴とする請求項3記載の光半導体素子。

【請求項7】 前記遮光部が凹溝からなることを特徴とする請求項5または6記載の光半導体素子。

【請求項8】 前記光導波路が基板上に形成された層膜からなり、前記遮光部が前記基板の表面から内部まで4 μ m以上の深さに形成されていることを特徴とする請求項5ないし7のいずれか一記載の光半導体素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光通信技術に関し、この中で特に信号光の増幅や消光を機能とする光半導体素子に関する。

【0002】

【従来の技術】光半導体素子（以後、SOA: Semiconductor Optical Amplifierと呼ぶ）は、ストライプ状の光導波路の光増幅媒体を有し、信号光を電気変換することなく増幅する素子である。その構造は半導体レーザと基本的に共通であるが、素子端部における光反射率を無反射被覆などで抑制し、光共振器構造とならないように設計されている。このため、キャリア注入してもSOA自体のレーザ発振は抑えられ、入力信号光による誘導放出で増幅光が出る仕組みとなっている。

【0003】上述のようなSOAの報告例としては、

(1) I. Cha. et. al., Electr. Lett. Vol.25, pp124 1-1242 (1989)

(2) C.E. Zah, et. al., Electr. Lett. Vol.23, pp9 90-991 (1987)

(3) S.Kitamura, et. al., IEEE Photonics Technol. 50

Lett.Vol.7, pp147-148 (1995)

(4) L.F. Tiemeijer, OAA '94 Technical Digest 34/WO1-1 (1994)

(5) P.Doussiere, et. al., ECOC '96, Proceeding Vol.3, WeD 2.4 (1996)

(6) S.Chelles, et. al., ECOC '96, Proceeding Vol.4, ThB 2.5 (1996)

などが挙げられる。

【0004】このうち(4)～(6)の文献には、SOAを光ファイバとモジュール化することまで開示されている。その場合、光ファイバ間の利得を20dB以上とすることができ、増幅信号光の飽和出力は10dBm近くとなることが報告されている。

【0005】一方、SOAの特徴としては、上述した信号光の増幅の他に、キャリア注入型の光ゲートとして機能することが挙げられる。つまり、SOAの活性層は、オン時（電流注入時）に光増幅する一方、オフ時（電流非注入時）には高い光吸収性を発生するため、活性層をコア層とする光導波路は導波光をオンオフすることができる。

【0006】将来の光通信ネットワークでは、信号光のクロスコネク用マトリクス光スイッチが強く望まれており、このマトリクス光スイッチの光ゲートエレメントとしてSOAは現在最も有望とされている。SOAは、電気吸収型の半導体変調器や光結合カップラー型のスイッチに比べ、オンオフでの消光比が大きい。このため、SOAを光ゲートエレメントとしてマトリクス光スイッチを構成すれば、漏話（クロストーク）の大変小さい光通信ネットワークを実現することができる。

【0007】SOAの光ゲート機能に関する報告としては、

(7) S.Kitamura, et. al., ECOC '96, Proceeding Vol.3, WeP 17 (1996)

(8) G.Soulaque, et. al., ECOC '96, Proceeding Vol.4, ThD 2.1 (1996)

などが挙げられ、消光比50dB以上の報告がなされている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上述の従来例(4)～(8)に開示されたSOAは、レンズ系を用いてモジュール化されているため、50dB以上の消光比を容易に実現している。

【0009】しかし、これではレンズ系の構造が複雑で生産性が低いため、SOAと光ファイバとを簡易にモジュール化する構造として、レンズ系を用いずにSOAと光ファイバとを直接に光結合することが近年取り組まれている。その場合、光ファイバからSOAに入力される信号光をレンズ系により集光できないので、その光損失を補うため、光ファイバの先端を先削加工することや、SOA側に光スポットサイズの変換構造を設けることな

どが試みられている。

【0010】しかし、レンズ系を用いずに光ファイバをSOAの両端に直接に接続した場合、光ファイバからSOAに入射される信号光の一部が、光導波路に光結合せず周囲を透過して他方の光ファイバに直接に到達してしまう。これは迷光と呼称されており、SOAのオフ時（電流非注入時）に活性層で光吸収を受けない。このため、SOAをマトリクス光スイッチの光ゲートエレメントとして利用するにあたり、消光比を劣化させる原因となる。

【0011】このため、前述した従来例（4）～（8）のように、レンズ系でモジュール化されたSOAでは、50dB以上の消光比を容易に実現することができるが、光ファイバを直接に光結合させて構造を簡略化したSOAでは、消光比が30dB程度となってしまう。従って、このようなSOAを用いて多×多のマトリクススイッチを形成した場合、この消光比の劣化が信号のクロストークなどを生じて問題となる。

【0012】本発明は以上のような課題を鑑みてなされたものであり、消光比が良好な光半導体素子を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明は、一端から入力される光線を他端から出力する光導波路を具備し、該光導波路の少なくとも一部が光線を増幅する光増幅媒体として機能する光半導体素子において、該光導波路の少なくとも一部が湾曲した形状に形成されている。

【0014】従って、本発明の光半導体素子にレンズ系を用いずに光ファイバを直接に光接続した場合、光導波路の少なくとも一部が湾曲しているので入力側と出力側との光ファイバは双方の端面が対向しないような位置に配置される。このような状態で一方の光ファイバから光導波路に入射される光線は、湾曲した光導波路の内部を導波して他方の光ファイバに出射される。このとき、入力側の光ファイバから光導波路の周囲に出射された光線は非導波の迷光となるが、この迷光は直進するので湾曲した光導波路の他端に位置する他方の光ファイバに入射しない。

【0015】なお、上述のような本発明において、以下のような各種の変形が可能である。例えば、光導波路の光入力部と光出力部との光軸方向を素子端面の法線方向から傾斜させることにより、迷光による消光比の劣化を防止するとともに、素子端面での実効的な反射率が小さい高利得な構造とすることが可能である。

【0016】また、光導波路をS字状に形成し、光入力部と光出力部とをオフセットさせることにより、光導波路の両端に光接続する光ファイバを相互に平行でありながら対向しない位置に配置できる。特に、光導波路の光入力部と光出力部とのオフセットの距離を20μm以上とする構造が挙げられる。この場合、光ファイバの直径

が一般的なφ9μm程度で光半導体素子の全長が一般的な1mm弱ならば、一方の光ファイバから出射された迷光が他方の光ファイバに入射されることを良好に防止できる。ここで、本発明で云うオフセットとは、平行な部分のズレを意味しており、例えば、光導波路の光入力部の中心軸の延長線と光出力側の端面の中心点との距離に相当する。

【0017】また、光導波路の光入力部の中心軸の延長線と光出力部との間隙に遮光部を設けることや、光導波路の光出力部の中心軸の延長線と光入力部との間隙に遮光部を設けることも可能である。これらの場合、入力側の光ファイバから光導波路の光入力部の周囲に出射された迷光は、光導波路の光出力部の位置まで到達する以前に遮光部で遮断されるので、ここに位置する出力側の光ファイバに入射されない。

【0018】また、上述のような遮光部を凹溝で形成することも可能であり、この場合、迷光を遮断する遮光部が簡単な構造で実現される。さらに、光導波路を基板上に形成された層膜からなる構造とし、遮光部を前記基板の表面から内部まで4μm以上の深さに形成することも可能である。この場合、光ファイバの直径が一般的な9μm程度ならば、遮光部の最深部が光ファイバの端面より外側に位置するので迷光が良好に遮断される。なお、本発明で基板上に形成された層膜とは、基板の表面に薄膜技術で積層された層膜などを許容する。

【0019】

【発明の実施の形態】本発明の実施の一形態および変形例を図面を参照して以下に説明する。なお、図1および図2は本発明の実施の一形態の光半導体素子を示し、図1は本実施の形態の光半導体素子における光導波路の位置および形状を示す内部構造図で、基板の上から見た図である。図2は光半導体素子の内部構造を示す断面図である。図3は迷光を測定する実験の状態を示す模式図である。図4は図3の実験により得られた結果で、オフセットと消光比の関係を示すグラフである。図5は、マトリクス光スイッチにおける漏話による受信感度の劣化と、マトリクス光スイッチを構成する光ゲートエレメントの消光比との関係を示すグラフである。

【0020】図6は第一の変形例のSOAの光導波路の位置および形状を示す内部構造図で、基板の上から見た図である。図7は第二の変形例のSOAの光導波路の位置および形状を示す内部構造図で、基板の上から見た図である。図8は第三の変形例のSOAの光導波路の位置および形状を示す内部構造図で、基板の上から見た図である。図9は図8のb-b'線断面図である。

【0021】まず、本実施の形態の光半導体素子であるSOA1は、図2に示すように、基板2上にMOVPE (Metal Oxide Vapor Phase Epitaxy)法により埋め込み(BH: Buried Head Structural)型のLD (Laser Diode)構造として形成されており、光導波路

となる波長1.55 μm 帯の活性層3がクラッド層4に埋め込まれている。

【0022】より詳細には、基板2は、 $n\text{-InP}$ からなり、その下面には Au/Ti により n 側電極5が形成されている。基板2の上面には、活性層3がバッファ層6を介して所定形状に形成されており、これらがクラッド層4に埋め込まれている。活性層3は、バルク InGaAsP 層からなり、層厚が3000 \AA で横幅が4500 \AA の矩形断面に形成されており、増幅利得が偏光無依存の形状となっている。クラッド層4は、 p 型 InP からなり、埋め込み部分の層厚は5 μm である。

【0023】このクラッド層4の上面には、層厚1000 \AA の $p\text{-InGaAs}$ からなるキャップ層7が形成されており、これらの層4、7の両側には電流ブロック層8が設けられている。クラッド層4とキャップ層7および電流ブロック層8は、同時にMOVPEにより積層されたものである。

【0024】これらを積層した後、幅10 μm のクラッド層4の部分を除いてプロトン打ち込みにより絶縁層に変換した。その上面には SiO_2 によりパッシベーション9が形成されており、このパッシベーション9は活性層3に対応した部分が除去されているので、ここに Au/Ti により p 側電極10が形成されている。

【0025】上述のような積層構造において、本実施の形態のSOA1の光導波路を形成する活性層3は、図1に示すように、S字状に湾曲した形状に形成されている。本実施の形態のSOA1は、全長が800 μm であり、活性層3は、長さが約350 μm で湾曲した部分の半径が1.5 mm である。

【0026】この活性層3の両端には、約200 μm の長さの直線状の光入力部である光入力部11と光出力部である光出力部12とが一体に付設されているが、上述のように活性層3がS字状に湾曲しているため、これら光入力部11、12は、平行な状態で50 μm の距離にオフセットされている。

【0027】これらの光入力部11と光出力部12との層厚は、活性層3の近傍では3000 \AA であるが、端面の位置では500 \AA である。つまり、光入出力部11、12は、層厚が端部に向かって徐々に薄くなるテーパー構造に形成されているので、その端面での光スポットサイズが拡大されている。このように光スポットサイズが拡大されているので、本実施の形態のSOA1は、レンズ系を用いない直接光結合方法で端面が平坦な光ファイバ15と良好な光結合が得られるようになっている。

【0028】なお、本実施の形態のSOA1は、相互に対向する一対の素子端面が平行に位置しており、これらの素子端面に SiON 膜により無反射被覆としてARコート13が形成されている。さらに実効的に反射率を下げるため、素子端面の近傍で活性層3が途切れるように、素子両端に全長25 μm の窓領域14が確保されて

いる。この窓領域14およびARコート13の作用により、端面の反射率は0.1%程度に抑えられている。

【0029】上述のような構成において、本実施の形態のSOA1の両側の素子端面には、端面が平坦な光ファイバ15が一つずつ配置されて光結合される。このような状態で本実施の形態のSOA1は、一方の光ファイバ15から入力される信号光を増幅して他方の光ファイバ15に出力することや、入力される信号光を消光させて出力しないことができる。

【0030】このとき、本実施の形態のSOA1では、光導波路を形成する活性層3がS字状に湾曲しているため、両側の素子端面に対向配置された一対の光ファイバ15の端面が対向しない。このため、非導波の迷光が出力側の光ファイバ15に入力されることが防止される。

【0031】ここで本発明者が実行した実験の結果を以下に説明する。まず、図3に示すように、クラッド層4に相当する層膜のみ基板2に形成した試材21を100 μm の厚さに製作し、その両端の厚さ方向で50 μm の高さの位置に、端面が平坦で直径 ϕ 9 μm のシングルモードの光ファイバ15を個々に配置した。

【0032】そして、一方の光ファイバ15から試材21に信号光を入力し、他方の光ファイバ15に出力される信号光の強度を迷光の大きさとして測定しながら、出力側の光ファイバ15を順次移動させた。そして、入力側と出力側との光ファイバ15のオフセットの距離に対する消光比を見積もったところ、図4に示すように、これらの関係は略正比例となり、距離20 μm で消光比は約40 dBとなることが確認された。

【0033】例えば、現在の8×8のマトリクス光スイッチの光ゲートエレメントの場合、図5に示すように、消光比は最低でも40 dBは必要であり、これを満足しないと受信感度の劣化が著しい。つまり、SOA1の両側に光ファイバ15を配置する場合、そのオフセットが20 μm 以上であれば、マトリクス光スイッチの光ゲートエレメントとして必要な40 dBの消光比を実現できることになる。

【0034】そこで、図1に示すように、オフセットを50 μm としたSOA1を試作して光ファイバ15を両端に配置した。ここで、一方の光ファイバ15からSOA1に信号光を入力し、SOA1に流れるファオトカレントを測定したところ、光ファイバ15とSOA1との間の光結合損失は片側3 dBと見積もられ、SOA1に光ファイバ15を良好に直接に光結合できた。

【0035】つぎに、SOA1に電流30 mAを注入し、 $\lambda = 1.55 \mu\text{m}$ 、強度0 dBmの信号光を光ファイバ15を通して入力したところ、挿入損失なし（光ファイバ15間利得0 dB）で出力側の光ファイバ15から信号光が出力された。電流注入なしにした場合（オフの場合）、出力側光ファイバ15からの出力は-50 dBm以下であった。

【0036】すなわち、本実施の形態のSOA1は、光ファイバ15と直接光結合した場合においても50dB以上の高い消光比を得ることができ、光ゲートエレメントとして良好に機能することが確認された。しかも、本実施の形態のSOA1では、湾曲した活性層3をS字状に形成しているため、一対の光ファイバ15を平行なままSOA1の端面に直角に接続すれば良く、その配置が容易である。

【0037】なお、本発明は上記形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で各種の変形を許容する。例えば、上記形態では活性層3の湾曲形状をS字状として光ファイバ15の配置を容易とすることを例示したが、図6に第一の変形例として示すSOA31のように、湾曲した活性層32をアーチ形状に形成することも可能である。

【0038】この場合、一対の光ファイバ15は光軸の方向が相違するので、さらなる消光比の向上を期待することができる。なお、このSOA31も試作して前述のSOA1と同様に消光比を測定したところ、やはり50dB以上の消光比を確保できることが確認された。

【0039】また、図7に第二の変形例として例示するSOA41のように、前述のSOA1と同様に活性層42をS字状に湾曲した形状に形成しながら、その光入力部11と光出力部12との光軸方向を素子端面の法線方向に対して傾斜させることも可能である。

【0040】上述したSOA31、41は光ゲートとして十分な消光比を実現できるだけでなく、素子端面での光線の実効的な反射率が低下するため、前述のSOA1より高い光ファイバ間利得を得やすい。なお、このSOA41も実際に試作して0～30mAの電流を注入して消光比を測定したところ、やはり50dB以上の消光比を確保できることが確認された。また、注入電力を100mAとすると、光ファイバ間利得として15dB以上の消光比を得ることができた。

【0041】ただし、上述のようなSOA31、41に光接続する光ファイバ15は、その端面を斜めに研磨しておく必要があるため、実装してモジュール化するには、前述したSOA1に比較して生産性は低下することになる。つまり、上述したSOA1とSOA31、41とは相互に一長一短があるので、必要な性能や生産性を考慮して選択することが好ましい。

【0042】上述のように、SOA1またはSOA41では、一対の光ファイバ15をオフセットさせて迷光の伝達を防止しているが、それでも迷光の一部が伝達される懸念がある。そこで、これが問題となる場合には、図8および図9に第三の変形例として示すSOA51のように、迷光が通過する位置に遮光部52、53を形成することが好ましい。

【0043】より詳細には、このSOA51では、図8に示すように、活性層3の光入力部11の中心軸の延長

線と光出力部12との間隙に第一の遮光部52が設けられており、同様に、活性層3の光出力部12の中心軸の延長線と光入力部11との間隙に第二の遮光部53が設けられている。図9に示すように、これらの遮光部52、53は凹溝からなり、基板2の表面から内部まで4μm以上の深さに形成されている。

【0044】上述のようなSOA51では、入力側の光ファイバ15から活性層3の光入力部11の周囲に出射された迷光は、活性層3の光出力部12の位置まで到達する以前に遮光部52、53で遮断されるので、ここに位置する出力側の光ファイバ15に入射されることがなく、さらに消光比が良好となる。

【0045】しかも、上述の遮光部52、53は、凹溝からなるので、その形成が容易である。さらに、遮光部52、53は、基板2の表面から内部まで4μm以上の深さに形成されているので、光ファイバ15の直径が一般的な9μm程度ならば、遮光部52、53の最深部が光ファイバ15の端面より外側に位置することになり、迷光を略確実に遮断することができる。なお、このSOA51も試作して前述のSOA1と同様に消光比を測定したところ、さらに消光比が良好であることが確認された。

【0046】

【発明の効果】本発明は以上説明したように構成されているので、以下に記載するような効果を奏する。

【0047】請求項1記載の発明は、一端から入力される光線を他端から出力する光導波路を具備し、該光導波路の少なくとも一部が光線を増幅する光増幅媒体として機能する光半導体素子において、該光導波路の少なくとも一部が湾曲した形状に形成されていることにより、レンズ系を用いずに光ファイバを直接に光接続しても、一方の光ファイバから入力される迷光が他方の光ファイバまで伝達されることを防止することができるので、光ゲートエレメントとして利用した場合に良好な消光比を実現することができる。

【0048】請求項2記載の発明は、請求項1記載の光半導体素子であって、光導波路の光入力部と光出力部との光軸方向が素子端面の法線方向から傾斜していることにより、素子端面での光線の実効的な反射率を低減することができるので、高い光ファイバ間利得を得ることが可能である。

【0049】請求項3記載の発明は、請求項1または2記載の光半導体素子であって、光導波路がS字状に形成されており、光入力部と光出力部とがオフセットしていることにより、光導波路の両端に配置する光ファイバを平行に位置させることができるので、光ファイバの配置が簡単である。

【0050】請求項4記載の発明は、請求項3記載の光半導体素子であって、光導波路の光入力部と光出力部とのオフセットの距離が20μm以上であることにより、

光半導体素子の全長が一般的な1mm弱であれば、消光比を略40dB以上とすることができ、光ゲートエレメントとして必要な性能を実現することができる。

【0051】請求項5記載の発明は、請求項3記載の光半導体素子であって、光導波路の光入力部の中心軸の延長線と光出力部との間隙に遮光部が設けられていることにより、迷光を遮光部で遮断することができるので、より良好な消光比を実現することができる。

【0052】請求項6記載の発明は、請求項3記載の光半導体素子であって、光導波路の光出力部の中心軸の延長線と光入力部との間隙に遮光部が設けられていることにより、迷光を遮光部で遮断することができるので、より良好な消光比を実現することができる。

【0053】請求項7記載の発明は、請求項5または6記載の光半導体素子であって、遮光部が凹溝からなることにより、迷光を遮断する遮光部を簡単な構造で実現することができる。

【0054】請求項8記載の発明は、請求項5ないし7のいずれか一記載の光半導体素子であって、光導波路が基板上に形成された層膜からなり、遮光部が基板の表面から内部まで4μm以上の深さに形成されていることにより、光ファイバの直径が一般的な9μm程度ならば、遮光部の最深部が光ファイバの端面より外側に位置するので迷光を略確実に遮断することができる。

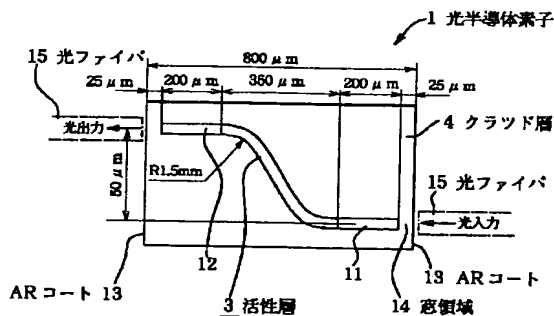
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態の光半導体素子であるSOAの光導波路の位置および形状を示す内部構造図で、基板の上から見た図である。

【図2】SOAの内部構造を示す断面図である。

【図3】迷光を測定する実験の状態を示す模式図である。

【図1】



*【図4】光導波路のオフセットと消光比との関係を示すグラフである。

【図5】マトリクス光スイッチにおける漏話による受信感度の劣化と、マトリクス光スイッチを構成する光ゲートエレメントの消光比との関係を示すグラフである。

【図6】第一の変形例のSOAの光導波路の位置および形状を示す内部構造図で、基板の上から見た図である。

【図7】第二の変形例のSOAの光導波路の位置および形状を示す内部構造図で、基板の上から見た図である。

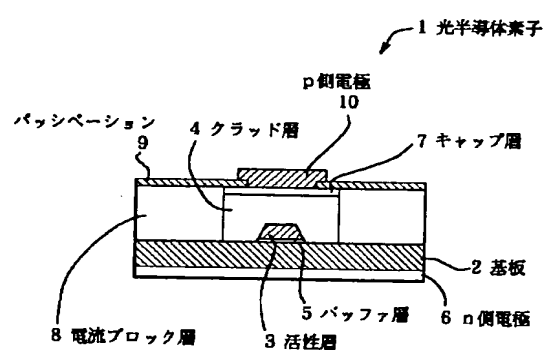
【図8】第三の変形例のSOAの光導波路の位置および形状を示す内部構造図で、基板の上から見た図である。

【図9】図8のb-b'線断面図である。

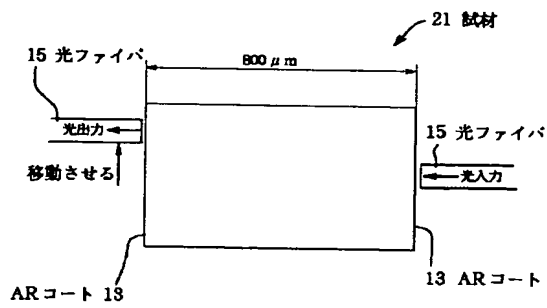
【符号の説明】

- 1, 31, 41, 51 光半導体素子であるSOA
- 2 基板 (n-InP)
- 3, 32, 42 光導波路である活性層 ($\lambda = 1.55 \mu\text{m}$, 組成u-InGaAsP; 層厚3000Å×幅5000Å)
- 4 クラッド層 (p-InP; 埋込み高さ5mm)
- 5 バッファ層
- 6 n側電極 (Au/Ti)
- 7 キャップ層 (p'-InGaAs)
- 8 電流ブロック層 (InP層にプロトン打ち込み)
- 9 パッシベーション膜 (SiO₂膜)
- 10 p側電極 (Au/Ti)
- 11 光導波路の光入力部である光入力部
- 12 光導波路の光出力部である光出力部
- 13 ARコート
- 14 窓領域
- 15 光ファイバ (シングルモード)
- * 52, 53 遮光部

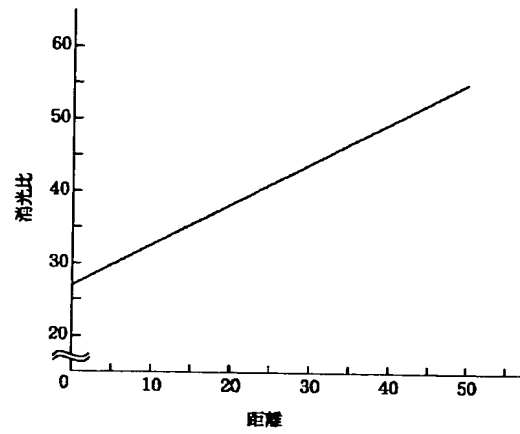
【図2】



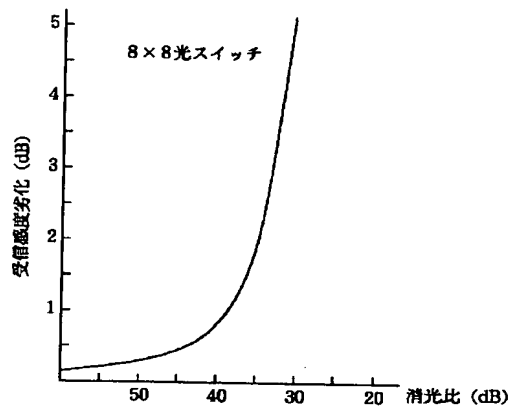
【図3】



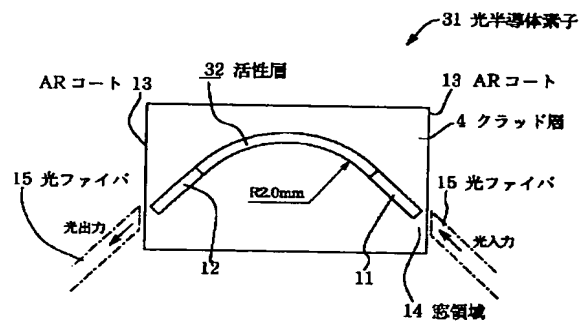
【図4】



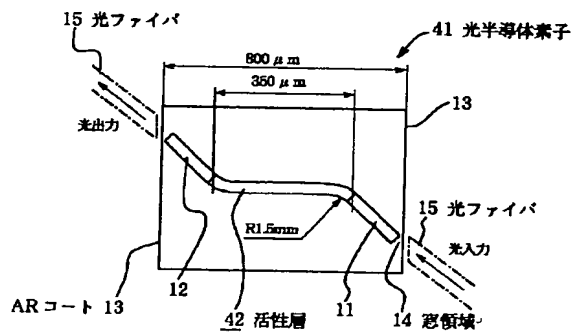
【図5】



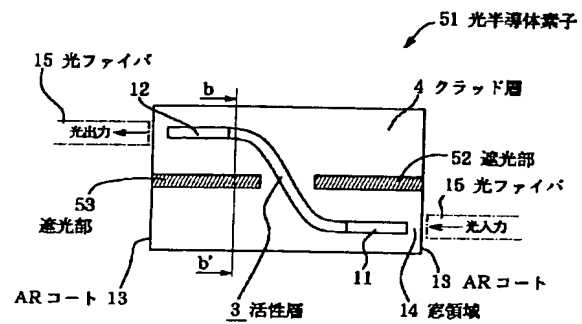
【図6】



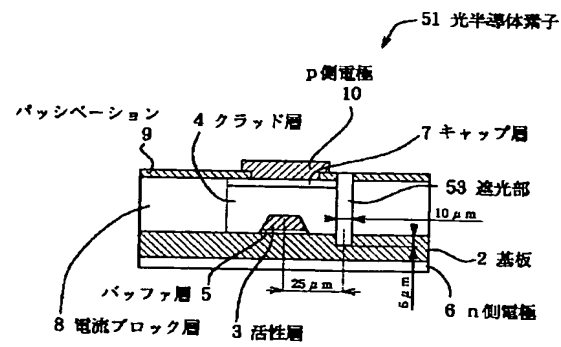
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 2 B 6/12

B